

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-031188  
 (43)Date of publication of application : 31.01.1995

(51)Int.Cl. H02P 6/20  
 A61C 1/02  
 A61C 1/06

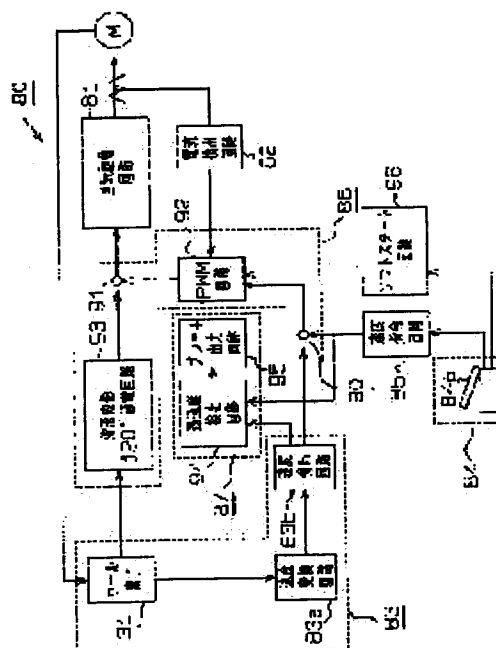
(21)Application number : 05-174554 (71)Applicant : IBIDEN CO LTD  
 (22)Date of filing : 14.07.1993 (72)Inventor : YASHIRO HIROKAZU  
 KONDO MUTSUMI

## (54) ROTATION CONTROLLER OF BRUSHLESS MOTOR FOR DENTAL POLISHING APPARATUS

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To eliminate starting impact and vibration at the time of abrupt change of r.p.m. through the use of a simple and inexpensive constitution.

**CONSTITUTION:** When an actual rotation speed signal  $S_{fm}$  is larger than a target rotational speed signal  $S_{fmp}$ , the brake control means 87 in a rotation controller 80 for a brushless motor M delivers a brake control signal corresponding to the difference  $\Delta S_{fm}$  to a rotation drive means 81 in order to decelerates the motor M. In order to decelerate the actual rotational speed ( $f_m$ ) at a predetermined rate to a target rotational speed  $f_{mp}$ , an intermittent discharge control signal  $Sc2$  is delivered as a brake control signal from the brake control means 87.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.05.2000  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number] 3243068  
 [Date of registration] 19.10.2001  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-31188

(43)公開日 平成7年(1995)1月31日

(51) Int. Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 P 6/20				
A 6 1 C 1/02	E			
1/06		8938-5H	H 0 2 P 6/ 02	3 4 1 K

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全 11 頁)

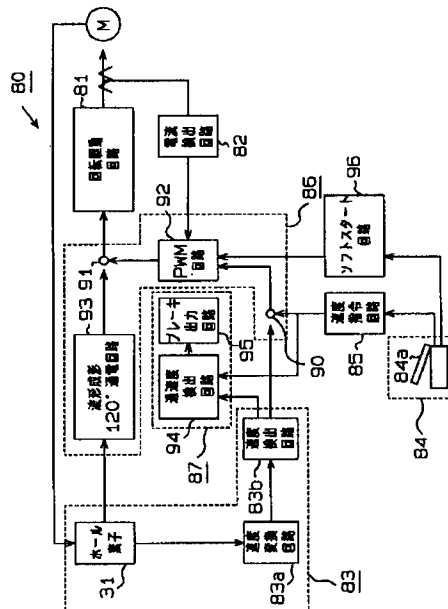
(21)出願番号	特願平5-174554	(71)出願人	000000158 イビデン株式会社 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地
(22)出願日	平成5年(1993)7月14日	(72)発明者	八代 洋和 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1の1 イビデ ン 株式会社大垣北工場内
		(72)発明者	近藤 睦 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1の1 イビデ ン 株式会社大垣北工場内
		(74)代理人	弁理士 恩田 博宣

(54)【発明の名称】 歯科用研磨装置用のブラシレスモータの回転制御装置

(57) 【要約】

【目的】 構成が簡単でかつ安価なものであるにも関わらず、急激な回転数変化時における振動や始動時における衝撃を解消する。

【構成】 このブラシレスモータMの回転制御装置80の制動制御手段87は、目標回転速度信号 $S_{fmp}$ より実回転速度信号 $S_{fm}$ のほうが大きいとき、モータMの回転速度を放電制動にて減速するため、その差分 $\Delta S_{fm}$ に応じた制動制御信号を回転駆動手段81に出力する。そして、そのときの実回転速度 $f_m$ を目標回転速度 $f_{mp}$ に減速させる際、予め定めた減速度合で減速させるために、制動制御手段87の制動制御信号を間欠的な放電制動信号 $S_{c2}$ とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 歯科用研磨装置用のハンドピース(32)に回転可能に支持されたドリル(34)と駆動連結されるブラシレスモータ(M)と、

前記モータ(M)を回転駆動する回転駆動手段(81)と、

前記モータ(M)の実回転速度(fm)を検出する回転速度検出手段(83)と、

前記モータ(M)の目標回転速度(fmp)を選択するために操作する操作手段(84)と、

前記操作手段(84)の操作量に基づいて、その操作量に対応する目標回転速度(fmp)を設定する速度指令手段(85)と、

前記速度指令手段(85)から出力される目標回転速度信号(Sfmp)と、前記回転速度検出手段(83)から出力される実回転速度信号(Sfm)とを比較し目標回転速度信号(Sfmp)より実回転速度信号(Sfm)のほうが小さいとき、その差分( $\Delta Sfm$ )に応じた駆動制御信号(Sc1)を前記回転駆動手段(81)に出力する駆動制御手段(86)と、

目標回転速度信号(Sfmp)より実回転速度信号(Sfm)のほうが大きいとき、前記モータ(M)の回転速度を放電制動にて減速するため、その差分( $\Delta Sfm$ )に応じた制動制御信号を前記回転駆動手段(81)に出力する制動制御手段(87)とからなる歯科用研磨装置用のブラシレスモータ(M)の回転制御装置(80)において、

目標回転速度信号(Sfmp)より実回転速度信号(Sfm)のほうが大きいとき、そのときの实回転速度(fm)を目標回転速度(fmp)に減速させる際、予め定めた減速度合で減速させるために、前記制動制御手段(87)の制動制御信号を間欠的な放電制動信号(Sc2)とすることを特徴とした歯科用研磨装置用のブラシレスモータの回転制御装置。

【請求項2】 歯科用研磨装置用のハンドピース(32)に回転可能に支持されたドリル(34)と駆動連結されるブラシレスモータ(M)と、

前記モータ(M)を回転駆動する回転駆動手段(81)と、

前記モータ(M)の実回転速度(fm)を検出する回転速度検出手段(83)と、

前記モータ(M)の目標回転速度(fmp)を選択するために操作する操作手段(84)と、

前記操作手段(84)の操作量に基づいて、その操作量に対応する目標回転速度(fmp)を設定する速度指令手段(85)と、

前記速度指令手段(85)から出力される目標回転速度信号(Sfmp)と、前記回転速度検出手段(83)から出力される実回転速度信号(Sfm)とを比較し目標回転速度信号(Sfmp)より実回転速度信号(Sfm)のほう

が小さいとき、その差分( $\Delta Sfm$ )に応じた駆動制御信号(Sc1)を前記回転駆動手段(81)に出力し、目標回転速度信号(Sfmp)より実回転速度信号(Sfm)のほうが大きいとき、駆動制御信号(Sc1)を出力しないようにした駆動制御手段(86)とからなる歯科用研磨装置用のブラシレスモータ(M)の回転制御装置(80)において、

停止していたモータ(M)の起動時には、モータ(M)の実回転速度(fm)が予め設定された初期目標回転速度(fmpe)に達するまでの間、前記駆動制御信号(Sc1)に代えて、徐々に増加するデューティ比でモータ(M)の回転速度を増速させるための起動制御を前記操作手段(84)の操作量に無関係に行うソフトスタート信号(Sc3)を、前記駆動制御手段(86)を介して前記回転駆動手段(81)に出力するソフトスタート手段(96)を備えたことを特徴とした歯科用研磨装置用のブラシレスモータの回転制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、歯科用研磨装置用のブラシレスモータの回転制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、先端部に研磨用ドリルを備えたハンドピースと呼ばれる把持部分と、このドリルを高速で回転駆動させるためのブラシレスモータとによって構成された歯科用研磨装置が知られている。

【0003】ところで、このブラシレスモータは非接触タイプの軸受けにて構成され、その利点としては、一般的にロータを始動するときなどの回転応答性に優れるということが挙げられる。その一方で、高速回転するロータの回転速度を減じるには、単にモータへの通電をカットすることだけでは不十分であることから、この種のモータでは強制的にブレーキをかけて減速させることなどが行われている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、歯科用研磨装置の使用時において、例えば歯科医が歯を研磨を終えてドリルを外した直後には、モータへの負荷が急激に減少する。このとき、モータの回転速度が急に増加して目標回転速度を越えてしまい、それに応答して目標回転速度に近づけるためのブレーキ機構が自動的に作動することになる。

【0005】このブレーキ機構は、放電制動によって行われる。この放電制動は、そのときの実回転速度と目標回転速度との差に相対して一義的に決まる時間だけ、モータに蓄積されたエネルギーを放電させることにより、モータに制動をかけるものである。従って、放電時間が長ければ長いほど急激な制動となる。

【0006】しかし、この場合にはブレーキの作動に基づく回転速度の急激な変化によって、装置に振動(ノッ

キング)が生じ易いという問題があった。そして、このような問題が生じることは、特に研磨作業の正確さを要求される歯科治療の現場においては、望ましくない事態であるとされていた。

【0007】また、歯科医師の意思でモータを減速させたときでも、目的の減速値が大きいと、その大きな減速値、即ち先の目標回転速度と新たな目標回転速度との差に比例して放電制動がかかるため、同様な問題があった。

【0008】また、歯科用研磨装置のモータを起動させる場合においても、通常、短時間のうちに急激に回転速度が上昇してしまうことから、使用者の手に不快な衝撃が加わり易かった。このため、従来においては衝撃を解消する手段として、例えばエンコーダ等を内蔵することによりモータの回転速度制御を行うなどの対策が採られていた。

【0009】ところが、エンコーダを用いた構成とすると、装置が高価かつ複雑になるという問題があった。本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、構成が簡単でかつ安価なものであるにも関わらず、急激な回転速度変化時における振動や起動時における衝撃を解消することができる歯科用研磨装置用のブラシレスモータの回転制御装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、第1の発明では、歯科用研磨装置用のハンドピースに回転可能に支持されたドリルと駆動連結されるブラシレスモータと、前記モータを回転駆動する回転駆動手段と、前記モータの実回転速度を検出する回転速度検出手段と、前記モータの目標回転速度を選択するために操作する操作手段と、前記操作手段の操作量に基づいて、その操作量に対応する目標回転速度を設定する速度指令手段と、前記速度指令手段から出力される目標回転速度信号と、前記回転速度検出手段から出力される実回転速度信号とを比較し目標回転速度信号より実回転速度信号のほうが小さいとき、その差分に応じた駆動制御信号を前記回転駆動手段に出力する駆動制御手段と、目標回転速度信号より実回転速度信号のほうが大きいとき、前記モータの回転速度を放電制動にて減速するため、その差分に応じた制動制御信号を前記回転駆動手段に出力する制動制御手段とからなる歯科用研磨装置用のブラシレスモータの回転制御装置において、目標回転速度信号より実回転速度信号のほうが大きいとき、そのときの实回転速度を目標回転速度に減速させる際、予め定めた減速度合で減速させるために、前記制動制御手段の制動制御信号を間欠的な放電制動信号とすることを特徴とした歯科用研磨装置用のブラシレスモータの回転制御装置をその要旨としている。

【0011】また、第2の発明では、歯科用研磨装置用のハンドピースに回転可能に支持されたドリルと駆動連

結されるブラシレスモータと、前記モータを回転駆動する回転駆動手段と、前記モータの実回転速度を検出する回転速度検出手段と、前記モータの目標回転速度を選択するために操作する操作手段と、前記操作手段の操作量に基づいて、その操作量に対応する目標回転速度を設定する速度指令手段と、前記速度指令手段から出力される目標回転速度信号と、前記回転速度検出手段から出力される実回転速度信号とを比較し目標回転速度信号より実回転速度信号のほうが小さいとき、その差分に応じた駆動制御信号を前記回転駆動手段に出力し、目標回転速度信号より実回転速度信号のほうが大きいとき、駆動制御信号を出力しないようにした駆動制御手段とからなる歯科用研磨装置用のブラシレスモータの回転制御装置において、停止していたモータの起動時には、モータの実回転速度が予め設定された初期目標回転速度に達するまでの間、前記駆動制御信号に代えて、徐々に増加するデューティ比でモータの回転速度を増速させるための起動制御を前記操作手段の操作量に無関係に行うソフトスタート信号を、前記駆動制御手段を介して前記回転駆動手段に出力するソフトスタート手段を備えたことを特徴とした歯科用研磨装置用のブラシレスモータの回転制御装置をその要旨としている。

【0012】

【作用】第1の発明によると、モータの実回転速度が目標回転速度より大きいときには、制動制御信号に代わって、更に間欠的になる放電制動信号が回転駆動手段に対して出力される。このとき、モータは間欠的に制動されることによって減速されるため、従来の放電制動と比べてその減速度合いは小さくなり、実回転速度が目標回転速度に緩やかに近づきやすくなる。よって、ブレーキ作動時の振動が小さくなる。

【0013】第2の発明によると、モータの起動時には、駆動制御信号に代わる所定のソフトスタート信号が回転駆動手段に対して出力される。このとき、モータは徐々に増加するデューティ比の信号による駆動力(徐々に強くなる制動力)によって増速される。このため、従来の起動制御と比べてその増速度合いは小さくなり、実回転速度が初期目標回転速度に緩やかに近づきやすくなる。よって、起動時の衝撃が小さくなる。

【0014】

【実施例】以下、本発明を具体化した一実施例について図面に基づき詳細に説明する。まず、図1及び図2をもとに、歯科用研磨装置のハンドピース32側に回転駆動力を与えるためのブラシレスモータM側の構成を中心に説明する。

【0015】図1に示されるように、略円筒状のケーシング1の内側後端部には、エンドプレート2が固着されている。エンドプレート2の中央部には、挿通孔2aが透設されている。エンドプレート2の外周面とケーシ

グ1の内周面との間には、樹脂製のシールリング3が介装されている。

【0016】ケーシング1の先端部近傍には、ケーシング1の内周面に沿って取付け環条4が形成されている。また、ケーシング1の先端部には、図1に示されるようなアタッチメント5が環状のバックリング6を介して着脱可能に装着されている。このアタッチメント5の中央部には、挿通孔5aが軸線方向に沿って透設されている。そして、ケーシング1内においてエンドプレート2とアタッチメント5とによって囲まれた領域には、断面略円形状のモータ室7が形成されている。

【0017】図1に示されるように、モータ室7内には、動力伝達用シャフト11が収容されている。動力伝達用シャフト11の後端部は、エンドプレート2の挿通孔2a内に挿入されている。一方、同シャフト11の先端部は、アタッチメント5の挿通孔5a内に挿入されている。

【0018】このシャフト11をモータ室7内に配置した場合、その外周面と両挿通孔2a、5aの内周面との間には、所定幅のクリアランスS3が形成されるようになっている。このため、シャフト11は、両挿通孔2a、5aの内周面に対して非接触状態で回転することができるようになっている。

【0019】前記モータ室7内において動力伝達用シャフト11の周囲には、環状をなす一对のブッシュ12a、12bが所定間隔を隔てて固定されている。これらのブッシュ12a、12bの間には、界磁マグネット13が保持されている。

【0020】界磁マグネット13は、シャフト11の周囲において4個の永久磁石片14を円筒状に組み合わせることによって構成されている。また、界磁マグネット13を構成している各々の永久磁石片14は、隣接する磁極が互いに異極同士となるように交互に配置された状態となっている。

【0021】図1に示されるように、両ブッシュ12a、12bの相対向する側の外周部には、それぞれ嵌着段部15が環状に切欠き形成されている。これらの嵌着段部15間には、炭化珪素焼結体等のセラミックス材料によって形成された筒状カバー16が嵌め込まれている。後方側のブッシュ12aの後端側には、ロータ側磁性部材としての環状マグネット17aが固着されている。一方、エンドプレート2に形成された嵌着段部18の内周面には、環状マグネット19aが前記環状マグネット17aに相対向するように装着されている。同様に、前方側のブッシュ12aの先端側には、環状マグネット17bが固着されている。

【0022】一方、ケーシング1先端のアタッチメント5に突設された取付け環条20の内周面には、環状マグネット19bが前記環状マグネット17bに相対向するように装着されている。相対向する環状マグネット17

aと19a、17bと19bは、いずれも同じ磁極が互いに向き合うように配置されている。従って、これらの二組のマグネット17a、19a、17b、19bは、互いの磁気的な反発力によって所定の空隙（クリアランス）S1を隔てて離間した状態となる。その結果として、前記動力伝達用シャフト11のスラスト方向への移動が規制されるようになっている。

【0023】つまり、本実施例では動力伝達用シャフト11に対してブッシュ12a、12b、界磁マグネット13、筒状カバー16及び環状マグネット17a、17bを一体に固定することによって、ロータ28が構成されていることになる。また、本実施例では一对の環状マグネット17a、19aによって、後方側のスラスト磁気軸受けが構成されていることになる。同様に、一对の環状マグネット17b、19bによって、前方側のスラスト磁気軸受けが構成されていることになる。

【0024】図1、図2に示されるように、筒状カバー16の外側には、円筒状包囲部材としてのスリーブ21が配置されている。前記スリーブ21は、エンドプレート2に形成された嵌着段部22と、取付け環条4に形成された嵌着段部23との間に支持されている。

【0025】図1に示されるように、ケーシング1の内側には円筒形状をしたヨーク29が組付けられている。ヨーク29は、複数枚のリング状の珪素鋼板を積層することによって構成されている。ヨーク29とスリーブ21の間には、収納空間10が形成されている。スリーブ21には、収納空間10側とロータ28側とをつなぐ複数の通気孔26が透設されている。エンドプレート2には空気導入孔8が透設されている。この空気導入孔8には、図示しないコネクタ内のエアホースを介してブロア30が接続されている。従って、ブロア30から送り出される高圧の空気は、エアホース、空気導入孔8、収納空間10及び通気孔26を経て、ロータ28とスリーブ21とがなす間隙に供給されるようになっている。

【0026】つまり、ロータ28は、ブロア30から供給される空気の圧力により、スリーブ21内において非接触状態に保持されることになる。このとき、ロータ28とスリーブ21の内周面との間にはクリアランスS2が保たれ、動力伝達用シャフト11と挿通孔2a、5aの間にはクリアランスS3が保たれる。そして、本実施例においては、前述した筒状カバー16とスリーブ21とによって、ラジアル空気軸受けが構成されていることになる。

【0027】図1、図2に示されるように、スリーブ21の外周面上には、3個の電機子コイル27が円周方向に沿って等間隔に配設されている。また、スリーブ21の外周面上の中央部かつ前記電機子コイル27の巻回領域内には、3つのホール素子31が円周方向に沿って等間隔に設けられている。

【0028】各ホール素子31は、電源接続端子31

a、アース端子31b及び信号端子31cを備えている。各々の端子31a～31cは、それぞれスリーブ21の外周面上にメタライズされた配線71を介して、同種のもの同士で電氣的に接続されている。また、各電機子コイル27の巻端部も、スリーブ21の外周面上にメタライズされた別の配線72によって互いに電氣的に接続されている。各ホール素子31は、ロータ28を構成している各永久磁石片14が回転するときの磁極の変化を検出するためのものである。

【0029】このとき、各電機子コイル27によって順次発生される磁界と、ロータ28の界磁マグネット13との相互作用に基づいて、ロータ28が回転制御される。以上のようにして、歯科用研磨装置のブラシレスモータMが構成されている。

【0030】次に、ハンドピース32の構成について説明する。図1に示されるように、ブラシレスモータMの先端側においてアタッチメント5の外側には、ハンドピース32が装着されている。ハンドピース32は、略円筒状でありかつ先細り形状を呈している。つまり、ハンドピース32は、使用者である歯科医師が歯を研磨する際に把持し易いような形状となっている。ハンドピース32の内部には、その軸心方向に沿ってハンドピース側シャフト33が回転可能に收容されている。このシャフト33の先端部は、ハンドピース32の先端部分から突出した状態となっている。そして、当該部分には患者の歯を研磨するためのドリル34が装着されている。

【0031】動力伝達用シャフト11の先端部には、カップリング35が設けられている。従って、ハンドピース32とブラシレスモータMのケーシング1とをアタッチメント5を介して連結すると、カップリング35によって動力伝達用シャフト11とハンドピース側シャフト33とが連結駆動するようになっている。

【0032】エンドプレート2には、複数のコネクタピン36が挿通孔2aを取り囲むように立設されている。これらのコネクタピン36の基端部は、スリーブ21の外周面上の配線71と電氣的に接続されている。各コネクタピン36の先端部は、コネクタ側に同じ数だけ設けられた図示しないピン孔に対して嵌脱可能となっている。このため、コネクタ装着時においては、コネクタピン36を介して、ブラシレスモータM側と後述の回転制御装置側とが電氣的に接続された状態となる。

【0033】上記のように構成された歯科用研磨装置の動作について簡単に述べる。使用時には、まずハンドピース32とアタッチメント5とがケーシング1に一体的に装着される。この状態で各電機子コイル27に所定の通電制御が行われることにより、ロータ28が回転を開始する。このとき、ロータ28のスラスト方向の荷重は、二対の環状マグネット17a、19a及び17b、19bの磁氣的反発力によって受承される。また、ロータ28のラジアル方向の荷重は、カバー16とスリーブ

21との間に導入される加圧空気によって受承される。従って、ロータ28は、モータ室7内の各部材と接触することなく高速にかつ安定して回転することができる。そして、ロータ28の回転力は、動力伝達用シャフト11、カップリング35及びハンドピース側シャフト33を介して伝達され、その結果として研磨用ドリル34が回転駆動される。

【0034】次に、歯科用研磨装置の外部に設けられる回転制御装置80の構成を図3に従って説明する。本実施例のブラシレスモータMの回転制御装置80は、回転駆動回路81、電流検出回路82、回転速度検出回路83、操作装置84、速度指令回路85、駆動制御回路86、制動制御回路87及びソフトブレーキ回路96を備えるものである。

【0035】回転駆動回路81は、3相のブラシレスモータMを回転駆動するためのものであり、本実施例では図4に示されるように6個のFETTr1～Tr6によって構成されたインバータ回路となっている。各FETTr1～Tr6のオンオフにより、電機子コイル27の各々の相に一周期中の120°分づつ導通されるように制御されるようになっている。

【0036】電流検出回路82は、そのときどきの回転駆動回路81からモータMに出力される電流を検出し、その検出信号を駆動制御回路86に出力するようになっている。

【0037】回転速度検出手段としての回転速度検出回路83は、位置検出手段としてのホール素子31、速度変換回路83a及び速度検出回路83bによって構成されている。速度変換回路83aと速度検出回路83bとは、各ホール素子31の出力信号に基づき、モータMの実回転速度fmを検出するようになっている。そして、速度検出回路83bは、検出した実回転速度fmに応じた実回転速度信号Sfmを駆動制御回路86に出力するようになっている。また、速度検出回路83bは、実回転速度信号Sfmを制動制御回路87にも出力するようになっている。なお、各ホール素子31の検出信号は、駆動制御回路86に出力されるようになっている。

【0038】操作装置84は、フットペダル84aに可変抵抗器を設けたものであって、その可変抵抗器がフットペダル84aの踏み込み量を検出するようになっている。フットペダル84aは、その踏み込み量の大小によって、モータMの目標回転速度fmpを適宜選択する。そして、操作装置84は、ペダル踏み込み量に応じた信号を速度指令回路85に出力するようになっている。なお、本実施例では、フットペダル84aを最大限に踏み込んだときに、モータMの最高回転数である4000rpmが選択されるようになっている。

【0039】速度指令手段としての速度指令回路85は、操作装置84のペダル踏み込み量に基づいて、その量に対応する目標回転速度fmpを設定するようになって

いる。前記速度指令回路85は、設定された目標回転速度 $f_{mp}$ に応じた目標回転速度信号 $S_{fmp}$ を駆動制御回路86に出力するようになっている。また、速度指令回路85は、前記目標回転速度信号 $S_{fmp}$ を制動制御回路87にも出力するようになっている。

【0040】駆動制御手段としての駆動制御回路86は、演算器90、91、パルス幅変調回路（以下、PWM回路という）92及び波形形成120°通電回路（以下、単に通電回路という）93によって構成されている。演算器90は、速度指令回路85からの目標回転速度信号 $S_{fmp}$ と、回転速度検出回路83からの実回転速度信号 $S_{fm}$ とを比較する。そして、演算器90は、目標回転速度信号 $S_{fmp}$ と実回転速度信号 $S_{fm}$ との差分に一定の増幅率 $\alpha$ を持たせた信号 $\Delta S_{fm} [= \alpha \cdot (S_{fmp} - S_{fm})]$ をPWM回路92に出力するようになっている。

【0041】PWM回路92は、回転駆動回路81の出力の電圧値を制御するために電圧をパルス状とし、そのパルス幅を変化させる回路である。そして、このPWM回路92には、電流検出回路81の検出信号が入力され、その検出信号に応じてパルス幅が適宜フィードバック制御されるようになっている。

【0042】 $S_{fm} < S_{fmp}$ （即ち $\Delta S_{fm} > 0$ ）のとき、PWM回路92は、その差分 $\Delta S_{fm}$ に応じてパルス幅変調された駆動制御信号 $S_{c1}$ を演算器91に出力するようになっている。逆に、 $S_{fm} \geq S_{fmp}$ （即ち $\Delta S_{fm} \leq 0$ ）のとき、PWM回路92は上記の駆動制御信号 $S_{c1}$ を演算器91に出力しないようになっている。

【0043】通電回路93は、各ホール素子31からの位置検出信号を入力する。そして、通電回路93は、図5（a）に示されるように、それらの信号に基づいて前記各FETTr1～Tr6に対する通電切り換えのタイミングを決定し、所定の波形形成信号を演算器91に出力するようになっている。

【0044】演算器91は、前記波形形成信号と駆動制御信号 $S_{c1}$ とを入力する。そして、演算器91は、前記波形形成信号に基づいて回転駆動回路81の所定のFETTr1～Tr6を所定のタイミングで駆動制御する。従って、モータMの実回転速度 $f_m$ が目標回転速度 $f_{mp}$ より小さいときには、その偏差に基づいて目標回転速度 $f_{mp}$ に近づくようにPWM制御がなされる。

【0045】また、PWM回路92は、ソフトスタート回路96からのソフトスタート信号 $S_{c3}$ を入力する。ソフトスタート回路96は前記操作装置84に接続され、フットペダル84aの踏み込み開始を検知するスイッチからのオン信号を入力する。そして、ソフトスタート回路96はこのオン信号に応答してフットペダル84aの踏み込みを行い、モータMを起動させるためのソフトスタート信号 $S_{c3}$ を出力する。PWM回路92は、ソフトスタート信号 $S_{c3}$ に基づきモータMが停止している状態

で、フットペダル84aの踏み込み量に関係なく、モータMが予め定めた初期目標回転速度（2000rpm） $f_{mpe}$ に到達するまでソフト起動制御を行う。

【0046】つまり、PWM回路92のソフト起動制御は、上記したPWM制御の代わりにデューティ制御を行う。このとき、PWM回路92は最初にデューティ比の小さいパルス制御信号を出力し、順次デューティ比の大きいパルス制御信号を出力する。従って、モータMに供給される電源がそのデューティ比に基づいて制御され、モータMが緩やかにかつ滑らかに起動することになる。そして、ソフト起動制御が予め定めた初期目標回転速度 $f_{mpe}$ に到達するまで行われると、PWM回路92はソフト起動制御に代えて上述したPWM制御を行う。

【0047】その結果、停止していたモータMが回転し始め、モータMの実回転速度 $f_m$ が予め設定された初期目標回転速度 $f_{mpe}$ まで所定の増速度合いで上昇する。即ち、本実施例のようなソフト起動制御によると、従来に比べてソフトなスタートとなる。

【0048】制動制御手段としての制動制御回路87は、過速度検出回路94とブレーキ出力回路95とによって構成されている。過速度検出回路94はいわゆるコンパレータである。過速度検出回路94には、速度検出回路83bからの実回転速度信号 $S_{fm}$ と、速度指令回路85からの目標回転速度信号 $S_{fmp}$ とが入力される。そして、両信号 $S_{fm}$ と $S_{fmp}$ とを比較した結果、 $S_{fm} < S_{fmp}$ となる場合には、同過速度検出回路93は理論値「L」の信号を出力するようになっている。逆に、 $S_{fm} \geq S_{fmp}$ となる場合には、過速度検出回路94は理論値「H」の信号を出力するようになっている。

【0049】ブレーキ出力回路95は、AND回路と三角波発生回路とによって構成されている。前記AND回路は、前記過速度検出回路94の論理信号と前記三角波発生回路からの三角波とを入力する。従って、論理値「L」のときには、前記AND回路は通電回路93に信号を出力しないようになっている。逆に論理値「H」のときには、AND回路は、論理積である矩形波を通電回路93に出力する。なお、本実施例では前記矩形波の周期は、 $S_{fm} < S_{fmp}$ のときに出力される波形形成信号の周期よりも短いものとなっている。そして、通電回路93は、その矩形波に基づいて制動のための所定の波形形成信号を演算器91に出力する。

【0050】そして、演算器91は、制動のための波形形成信号に基づいて回転駆動回路81の所定のFETTr1～Tr6を所定のタイミングで駆動制御する。本実施例では、図5（a）に示されるように、6つのFETTr1～Tr6のうち、FETTr2、Tr4、Tr6を「オフ」させ、Tr1、Tr3、Tr5を「オン・オフ」させるような通電制御がなされる。つまり、FETTr2、Tr4、Tr6を「オフ」させ、Tr1、Tr3、Tr5を「オン状態に維持」

させる従来の放電制動とは異なり、本実施例ではいわゆる間欠的な放電制動によってモータMが減速される。言い換えると、実施例の場合には間欠的な制動力（弱い制動力）によってモータMが減速されるため、従来の場合と比べてその減速度合いは小さいものとなっている。

【0051】よって、モータMの実回転速度 $f_m$ が目標回転速度 $f_{mp}$ より大きいときには、上述の間欠的な放電制動がかけられ、それにより実回転速度 $f_m$ が目標回転速度 $f_{mp}$ に緩やかにかつ滑らかに近づくようになっている。

即ち、本実施例のような間欠的な放電制動によるブレーキは、従来に比べてソフトなものとなる。

【0052】次に、上記のように構成された回転制御装置80の作用効果を、モータMを起動してから停止するまでのタイミングチャートをもとに説明する。図6のタイミングチャートには、5種の出力波形①～⑤がそれぞれ概念的に記されている。①の波形は、速度指令回路85が出力する目標回転速度信号 $S_{fmp}$ の波形である。②の波形は、速度検出回路83bが出力する実回転速度信号 $S_{fm}$ の波形である。③の波形は、PWM回路92が出力する信号の波形（即ち、駆動制御信号 $S_{c1}$ またはソフトスタート信号 $S_{c3}$ の波形）である。④の波形は、ブレーキ回路95が出力する信号の波形（即ち、放電制御信号 $S_{c2}$ の波形）である。そして、⑤の波形は、電流検出回路82が検出する信号の波形である。

【0053】ハンドピース32が装着されたモータMと回転制御装置80とをコネクタを介して連結し、回転制御装置80の電源を入れる。この状態でフットペダル84aを踏み込むと、上記のソフトスタート信号 $S_{c3}$ が出力されてデューティ制御が行われる。その結果、モータMの回転速度が初期目標回転速度 $f_{mpe}$ である2000rpmに上昇する。モータMの実回転速度 $f_m$ が2000rpmに達すると、これまでのソフトスタート信号 $S_{c3}$ の代わりに駆動制御信号 $S_{c1}$ が出力され、PWM制御が行われる。その結果、モータMの回転速度が目標回転速度 $f_{mp}$ である4000rpmに上昇する。

【0054】定速回転するモータMに負荷が加わるとき（例えばドリル34で歯を研磨しているとき）、その負荷の大きさに応じたパルス幅のPWM信号によって、モータMの回転速度 $f_m$ が4000rpmに維持される。この負荷の大きさが所定値を越えると今度は電源リミッタが作動し、モータMの実回転速度 $f_m$ が4000rpm以下に落ち込む。ここでモータMの負荷をなくすと、再びモータMは4000rpmの定速回転に復帰する。

【0055】そして、最大限にフットペダル84aを踏み込んだ状態から若干踏み込み量を少なくすると、実回転速度 $f_m$ が目標回転速度 $f_{mp}$ よりも大きくなり、これまでの駆動制御信号 $S_{c1}$ の代わりに放電制動信号 $S_{c2}$ が出力される。その結果、最高回転速度である4000rpmで定速回転していたモータMが間欠的な放電制動によって減速され、それ以下の回転速度（例えば3000rpm）で定速回転をするようになる。なお、実回転速度 $f_m$ が3000rpmに達すると、再び駆動制御信号 $S_{c1}$ が出力されてPWM制御が行われる。更に、フットペダル84aの踏み込み量をゼロにすると、駆動制御信号 $S_{c1}$ の代わりに間欠的な放電制動信号 $S_{c2}$ が出力され、モータMが停止する。

【0056】さて、本実施例の回転制御装置80によると、モータMの実回転速度 $f_m$ が目標回転速度 $f_{mp}$ より大きいときには、駆動制御信号 $S_{c1}$ に代わる間欠的な放電制動信号 $S_{c2}$ が回転駆動回路81に対して出力される。このとき、モータMは間欠的な制動力（弱い制動力）によって減速されるため、従来の放電制動と比べてその減速度合いは小さくなり、実回転速度 $f_m$ が目標回転速度 $f_{mp}$ に緩やかにかつ滑らかに近づくことになる。よって、ブレーキ作動時に装置が振動してしまうという、従来の問題点が解消される。

【0057】また、本実施例の回転制御装置80によると、モータMの起動時には、駆動制御信号 $S_{c1}$ に代わる所定のソフトスタート信号 $S_{c3}$ が回転駆動回路81に対して出力される。このとき、モータMは徐々に増加するデューティ比の信号による駆動力（徐々に強くなる制動力）によって増速される。このため、従来の起動制御と比べてその増速度合いは小さくなり、実回転速度 $f_m$ が初期目標回転速度 $f_{mpe}$ に緩やかにかつ滑らかに近づくことになる。よって、起動時に使用者の手に不快な衝撃が加わり易いという、従来の問題点が解消される。

【0058】更に、本実施例の回転制御装置80によると、衝撃を解消するための手段としてエンコーダ等を内蔵する必要がないため、装置が高価かつ複雑になることもないという利点がある。

【0059】なお、本発明は上記実施例のみに限定されることはなく、以下のように変更することが可能である。例えば、

（a）PWM回路92と過速度検出回路94及びブレーキ出力回路95とを別々に構成した本実施例に限られない。例えば、PWM回路92、過速度検出回路94及びブレーキ出力回路95を一体として構成しても良い。

【0060】（b）本発明の回転制御装置80は実施例のような3相のモータMの駆動用のみに限定されることはなく、それとは異なる多相モータに用いても勿論良い。

（c）6つのFETTr1～Tr6にて回転駆動回路81を構成した本実施例に代え、それとは異なる回路構成とすることも勿論可能である。

【0061】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の歯科用研磨装置用のブラシレスモータの回転制御装置によれば、構成が簡単でかつ安価なものであるにも関わらず、急激な回転速度変化時における振動や起動時における衝撃を解消することができるという優れた効果を奏する。



【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のブラシレスモータを歯科用研磨装置に具体化した一実施例を示す断面図である。

【図2】ロータ、スリーブ等を示す分解斜視図である。

【図3】回転制御装置を示す電気ブロック回路図である。

【図4】回転駆動回路を示す回路図である。

【図5】(a)は定速回転時における回転駆動回路の出力波形を、(b)は減速時における回転駆動回路の出力波形を示すタイミングチャートである。

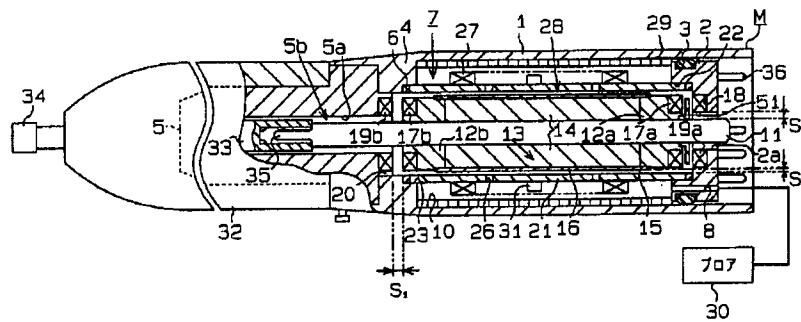
【図6】回転制御装置による制御を行った場合の各種出\*

\*力波形を示すタイミングチャートである。

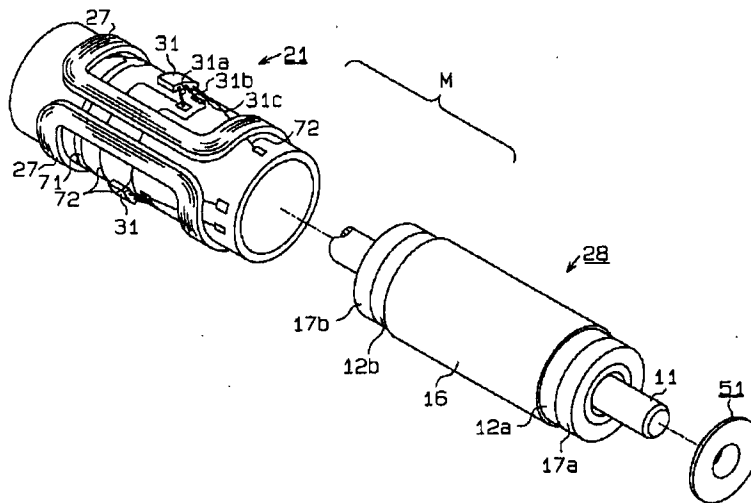
【符号の説明】

32…ハンドピース、34…ドリル、81…回転駆動手段、83…回転速度検出手段、84…操作手段、85…速度指令手段、86…駆動制御手段、87…制動制御手段、96…ソフトブレーキ手段、M…(ブラシレス)モータ、fm…実回転速度、fmp…目標回転速度、fmpe…初期目標回転速度、Sfmp…目標回転速度信号、Sfmr…実回転速度信号、 $\Delta Sfm$ …差分、Sc1…駆動制御信号、Sc2…放電制動信号、Sc3…ソフトスタート信号。

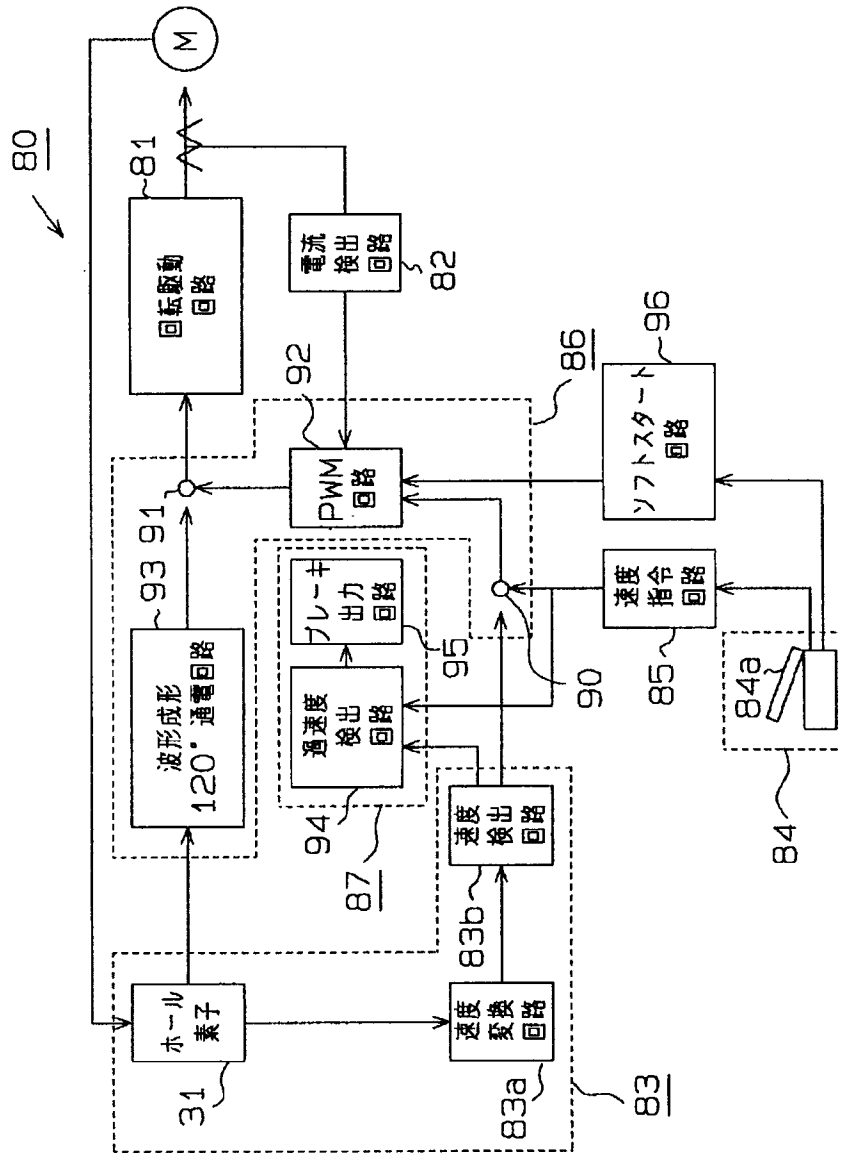
【図1】



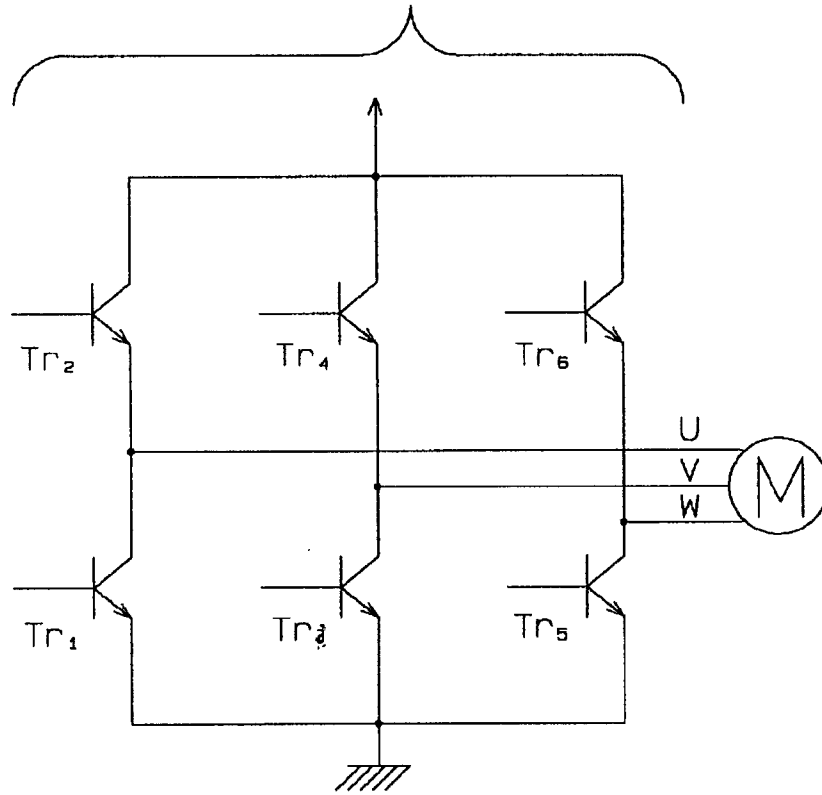
【図2】



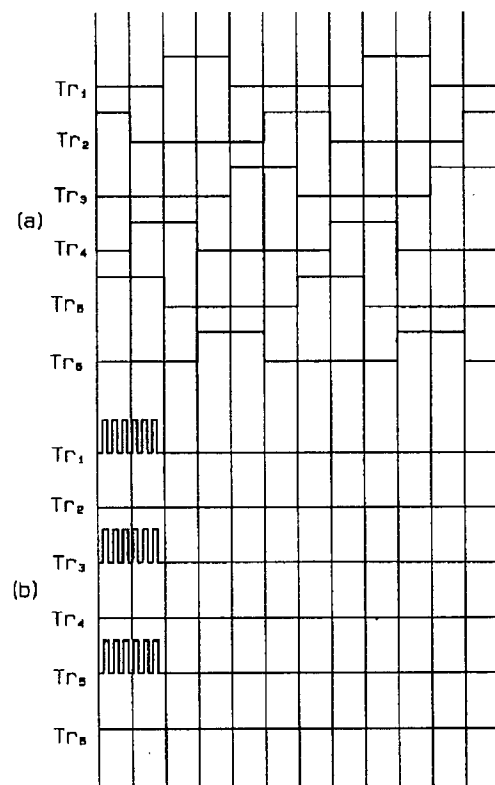
【図3】



【図4】

81

【図5】



【図6】

